

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/002683

International filing date: 15 February 2005 (15.02.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2004-043421
Filing date: 19 February 2004 (19.02.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 31 March 2005 (31.03.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

15. 2. 2005

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 4 年 2 月 1 9 日
Date of Application:

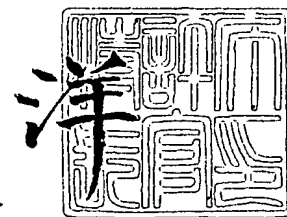
出 願 番 号 特 願 2 0 0 4 - 0 4 3 4 2 1
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 4 - 0 4 3 4 2 1]

出 願 人 株式会社豊田中央研究所
Applicant(s): トヨタ自動車株式会社

2 0 0 5 年 3 月 1 8 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



【書類名】 特許願
【整理番号】 CZ-84080
【提出日】 平成16年 2月19日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H01M 8/06
【発明者】
 【住所又は居所】 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道 4 1 番地の 1 株式会社豊田中央研究所内
 【氏名】 三井 宏之
【発明者】
 【住所又は居所】 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道 4 1 番地の 1 株式会社豊田中央研究所内
 【氏名】 青木 博史
【発明者】
 【住所又は居所】 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道 4 1 番地の 1 株式会社豊田中央研究所内
 【氏名】 志満津 孝
【発明者】
 【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内
 【氏名】 荻野 温
【発明者】
 【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内
 【氏名】 青山 智
【発明者】
 【住所又は居所】 静岡県静岡市栄町 3-1 あいおい損保静岡第 1 ビル 2 階 株式会社インタープロジェクト内
 【氏名】 塩川 諭
【特許出願人】
 【識別番号】 000003609
 【氏名又は名称】 株式会社豊田中央研究所
【特許出願人】
 【識別番号】 000003207
 【氏名又は名称】 トヨタ自動車株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100079142
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 高橋 祥泰
【選任した代理人】
 【識別番号】 100110700
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 岩倉 民芳
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 009276
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 0008748

【書類名】特許請求の範囲

【請求項 1】

改質用燃料から水素を含有するアノードガスを生成する改質反応流路を備えた改質器と

上記改質反応流路から上記アノードガスが供給される又は該アノードガス中の水素が供給されるアノード流路と、酸素を含有するカソードガスが供給されるカソード流路と、該カソード流路と上記アノード流路との間に配設された電解質体とを備えた燃料電池と、

上記改質反応流路に上記改質用燃料を供給する燃料ポンプと、

該燃料ポンプによる上記改質用燃料の供給量である燃料供給量を検出する燃料供給量検出手段と、

上記カソード流路に上記カソードガスを供給するカソードポンプと、

該カソードポンプによる上記カソードガスの供給量であるカソードガス供給量を検出するカソードガス供給量検出手段と、

上記燃料電池における発電量を検出する発電量検出手段と、

上記発電量が、当該燃料電池により発電した電力を用いて稼働させる負荷に必要とされる要求発電量になるよう上記燃料ポンプの吐出量及び上記カソードポンプの吐出量を決定する制御装置とを有し、

上記カソード流路には、該カソード流路から排出されるカソードオフガスを上記改質反応流路に送るためのカソードオフガスラインを接続してなる燃料電池システムを制御する方法であって、

上記制御装置は、上記改質反応流路に供給される炭素量である改質炭素量 C を上記燃料供給量に基づいて求める改質炭素量算出ステップと、

上記燃料電池における発電に消費された上記カソードガス中の酸素量である消費酸素量を上記発電量から求めると共に、上記カソード流路に供給される酸素量である供給酸素量を上記カソードガス供給量から求め、次いで、上記供給酸素量から上記消費酸素量を差し引くことによって上記カソードオフガス中の残存酸素量を求め、上記改質反応流路に供給される酸素量である改質酸素量 O を上記残存酸素量に基づいて求める改質酸素量算出ステップと、

上記改質炭素量 C に対する上記改質酸素量 O の比率である O/C を目標範囲内に維持するように、上記燃料ポンプの吐出量を変更して、上記改質炭素量 C を補正する改質炭素量補正ステップとを行うことを特徴とする燃料電池システムの制御方法。

【請求項 2】

請求項 1 において、上記制御装置は、上記燃料電池における発電により上記カソード流路内に生成された水分量である生成水分量を上記発電量から求め、上記改質反応流路に供給される水分量である改質水分量 S を上記生成水分量に基づいて求める改質水分量算出ステップも行い、

上記改質炭素量補正ステップにおいて、上記燃料ポンプの吐出量を変更して上記改質炭素量 C を補正する際には、上記改質炭素量 C に対する上記改質水分量 S の比率である S/C も目標範囲内に維持することを特徴とする燃料電池システムの制御方法。

【請求項 3】

請求項 2 において、上記制御装置は、上記燃料電池システムに異常が発生し、上記発電量が上記要求発電量よりも低下した場合には、上記改質炭素量算出ステップ、上記改質酸素量算出ステップ、上記改質水分量算出ステップ及び上記改質炭素量補正ステップを行い、上記発電量の低下による上記改質酸素量 O の増加に応じて、上記燃料ポンプの吐出量を増加させ、上記改質炭素量 C を増加させることにより、上記 O/C が上記目標範囲内になるようにして、上記要求発電量を満たすよう上記発電量を回復させる発電量回復ステップを行うことを特徴とする燃料電池システムの制御方法。

【請求項 4】

請求項 3 において、上記制御装置は、上記発電量回復ステップにおいて上記燃料ポンプの吐出量を増加させる際には、上記 S/C が 1 以下とならないように上記燃料ポンプの吐

出量の増加を制限することを特徴とする燃料電池システムの制御方法。

【請求項 5】

請求項 4 において、上記改質器は、上記改質反応流路に隣接形成され燃焼反応を行って該改質反応流路を加熱する加熱流路を備えており、

上記制御装置は、上記発電量回復ステップにおいて、上記 S/C が 1 以下となってしまうために上記燃料ポンプの吐出量を増加させることができないときには、上記加熱流路における燃焼反応を減少させることを特徴とする燃料電池システムの制御方法。

【請求項 6】

請求項 2 において、上記制御装置は、上記要求発電量の増加変更がなされた場合には、上記燃料ポンプの吐出量及び上記カソードポンプの吐出量を増加させるよう再決定し、一方で、上記要求発電量の減少変更がなされた場合には、上記燃料ポンプの吐出量及び上記カソードポンプの吐出量を減少させるよう再決定することにより、上記発電量を上記要求発電量に追従させる発電量追従ステップと、

該発電量追従ステップを行い、上記改質炭素量算出ステップ、上記改質酸素量算出ステップ及び上記改質水分量算出ステップを再び行った後、上記 O/C が上記目標範囲内を外れて大きくなったときには、上記燃料ポンプの吐出量を増加させ、上記改質炭素量 C を増加補正することにより、当該 O/C を上記目標範囲内に復帰させ、一方で、上記 O/C が上記目標範囲内を外れて小さくなったときには、上記燃料ポンプの吐出量を減少させ、上記改質炭素量 C を減少補正することにより、当該 O/C を上記目標範囲内に復帰させる O/C 補正ステップとを行うことを特徴とする燃料電池システムの制御方法。

【請求項 7】

請求項 6 において、上記制御装置は、上記 O/C 補正ステップにおいて上記燃料ポンプの吐出量を増加させる際には、上記 S/C が 1 以下とならないように上記燃料ポンプの吐出量の増加を制限することを特徴とする燃料電池システムの制御方法。

【請求項 8】

請求項 7 において、上記改質器は、上記改質反応流路に隣接形成され燃焼反応を行って該改質反応流路を加熱する加熱流路を備えており、

上記制御装置は、上記 O/C 補正ステップにおいて、上記 S/C が 1 以下となってしまうために上記燃料ポンプの吐出量を増加させることができないときには、上記加熱流路における燃焼反応を減少させることを特徴とする燃料電池システムの制御方法。

【請求項 9】

改質用燃料から水素を含有するアノードガスを生成する改質反応流路を備えた改質器と、

上記改質反応流路から上記アノードガスが供給される又は該アノードガス中の水素が供給されるアノード流路と、酸素を含有するカソードガスが供給されるカソード流路と、該カソード流路と上記アノード流路との間に配設された電解質体とを備えた燃料電池と、

上記改質反応流路に上記改質用燃料を供給する燃料ポンプと、

該燃料ポンプによる上記改質用燃料の供給量である燃料供給量を検出する燃料供給量検出手段と、

上記カソード流路に上記カソードガスを供給するカソードポンプと、

該カソードポンプによる上記カソードガスの供給量であるカソードガス供給量を検出するカソードガス供給量検出手段と、

上記燃料電池における発電量を検出する発電量検出手段と、

上記発電量が、当該燃料電池により発電した電力を用いて稼働させる負荷に必要とされる要求発電量になるよう上記燃料ポンプの吐出量及び上記カソードポンプの吐出量を決定する制御装置とを有し、

上記カソード流路には、該カソード流路から排出されるカソードオフガスを上記改質反応流路に送るためのカソードオフガスラインを接続してなる燃料電池システムであって、

上記制御装置は、上記改質反応流路に供給される炭素量である改質炭素量 C を上記燃料供給量に基づいて求める改質炭素量算出ステップと、

上記燃料電池における発電に消費された上記カソードガス中の酸素量である消費酸素量を上記発電量から求めると共に、上記カソード流路に供給される酸素量である供給酸素量を上記カソードガス供給量から求め、次いで、上記供給酸素量から上記消費酸素量を差し引くことによって上記カソードオフガス中の残存酸素量を求め、上記改質反応流路に供給される酸素量である改質酸素量 O を上記残存酸素量に基づいて求める改質酸素量算出ステップと、

上記改質炭素量 C に対する上記改質酸素量 O の比率である O/C を目標範囲内に維持するように、上記燃料ポンプの吐出量を変更して、上記改質炭素量 C を補正する改質炭素量補正ステップとを行うよう構成されていることを特徴とする燃料電池システム。

【請求項 10】

請求項 9 において、上記制御装置は、上記燃料電池における発電により上記カソード流路内に生成された水分量である生成水分量を上記発電量から求め、上記改質反応流路に供給される水分量である改質水分量 S を上記生成水分量に基づいて求める改質水分量算出ステップも行うよう構成されており、

上記改質炭素量補正ステップにおいて、上記燃料ポンプの吐出量を変更して上記改質炭素量 C を補正する際には、上記改質炭素量 C に対する上記改質水分量 S の比率である S/C も目標範囲内に維持するよう構成されていることを特徴とする燃料電池システム。

【書類名】明細書

【発明の名称】燃料電池システム及びその制御方法

【技術分野】

【0001】

本発明は、改質器において改質用燃料から水素を含有するアノードガスを生成し、燃料電池においてアノードガス中の水素を利用して発電を行う燃料電池システム及びその制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

炭化水素又はアルコール類等の改質用燃料を利用して発電を行う燃料電池システムは、上記改質用燃料から水素を含有するアノードガスを生成する改質器と、上記アノードガスから高純度の水素を取り出すための水素分離膜装置と、水素をプロトンの状態にし酸素と反応させて発電を行う燃料電池とを備えている。上記改質器は、例えば、改質用燃料と水とによる水蒸気改質反応及び改質用燃料と酸素とによる酸化反応等を行って、上記アノードガスを生成している。また、上記水素分離膜装置は、パラジウム等からなる水素分離膜を備えており、この水素分離膜は水素のみを透過させる性質を持っている。また、上記燃料電池は、上記水素分離膜を透過した水素が供給されるアノード流路と、空気等が供給されるカソード流路と、これらの流路の間に配設されたプロトン伝導体（電解質）とを有している。

【0003】

そして、上記燃料電池システムにおいては、アノード流路に供給した水素をプロトンの状態にして上記プロトン伝導体を透過させ、カソード流路において、このプロトン状態の水素（以下に水素プロトンという。）と空気中の酸素とを反応させて水を生成しながら発電を行っている。このような燃料電池システムとしては、例えば、特許文献1に示すものがある。

ところで、上記カソード流路から排出されるカソードオフガス中には、上記水素プロトンと酸素との反応により生成された水や、上記水素プロトンとの反応に使用されなかった酸素等が含まれている。そのため、特許文献1においては、上記カソードオフガスを上記改質器における水蒸気改質反応及び酸化反応に利用している。

【0004】

また、特許文献1においては、改質器に送るカソードオフガス中の酸素量を調節することにより、改質器において酸化反応を行う割合を調節し、また、改質器に送るカソードオフガス中の水蒸気量を調節することにより、改質器において水蒸気改質反応を行う割合を調節している。そして、特許文献1においては、改質器に必要とされていた蒸発器等を設置することが不要になり、システムの小型化を図ることができる。

【0005】

しかしながら、上記特許文献1においては、上記酸素量及び水蒸気量を調節するための具体的な方法は開示されていない。

また、燃料電池システムの発電を行うに当たっては、改質器において行う酸化反応の量を調節するために、改質器に供給する炭素量Cに対する酸素量Oの比率であるO/Cを適切に保つことが必要である。しかしながら、特許文献1においては、例えば、燃料電池における発電状態が変動することによって燃料電池のカソード流路における水素プロトンと酸素との反応に使用されなかった残存酸素量が増加又は減少したときの対策等は何ら開示されていない。

【0006】

また、特許文献1において開示された方法は、燃料ポンプから改質器に供給する炭素量Cを基準として、改質器に供給する酸素量O及び改質器に供給する水分量Sを調節して、O/C及びS/Cを調節する方法である。そのため、O/Cを調節するために、カソードオフガスの一部を排気する排気弁が必要になったり、又はカソードオフガスの通過を制限する調節弁等が必要になったりする。また、S/Cを調節するために、カソードオフガス

中の水分量を調節する水蒸気生成部等が必要になってしまう。そのため、燃料電池システムを複雑にしてしまうおそれがある。

【0007】

【特許文献1】特開 2000-195534 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

本発明は、かかる従来の問題点に鑑みてなされたもので、燃料電池システムを複雑にしてしまうことなく、燃料電池における実際の発電状態を考慮して算出された改質酸素量 O を用いて、改質反応流路における O/C を適切な値に保つことができる燃料電池システム及びその制御方法を提供しようとするものである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

第1の発明は、改質用燃料から水素を含有するアノードガスを生成する改質反応流路を備えた改質器と、

上記改質反応流路から上記アノードガスが供給される又は該アノードガス中の水素が供給されるアノード流路と、酸素を含有するカソードガスが供給されるカソード流路と、該カソード流路と上記アノード流路との間に配設された電解質体とを備えた燃料電池と、

上記改質反応流路に上記改質用燃料を供給する燃料ポンプと、

該燃料ポンプによる上記改質用燃料の供給量である燃料供給量を検出する燃料供給量検出手段と、

上記カソード流路に上記カソードガスを供給するカソードポンプと、

該カソードポンプによる上記カソードガスの供給量であるカソードガス供給量を検出するカソードガス供給量検出手段と、

上記燃料電池における発電量を検出する発電量検出手段と、

上記発電量が、当該燃料電池により発電した電力を用いて稼働させる負荷に必要とされる要求発電量になるよう上記燃料ポンプの吐出量及び上記カソードポンプの吐出量を決定する制御装置とを有し、

上記カソード流路には、該カソード流路から排出されるカソードオフガスを上記改質反応流路に送るためのカソードオフガスラインを接続してなる燃料電池システムを制御する方法であって、

上記制御装置は、上記改質反応流路に供給される炭素量である改質炭素量 C を上記燃料供給量に基づいて求める改質炭素量算出ステップと、

上記燃料電池における発電に消費された上記カソードガス中の酸素量である消費酸素量を上記発電量から求めると共に、上記カソード流路に供給される酸素量である供給酸素量を上記カソードガス供給量から求め、次いで、上記供給酸素量から上記消費酸素量を差し引くことによって上記カソードオフガス中の残存酸素量を求め、上記改質反応流路に供給される酸素量である改質酸素量 O を上記残存酸素量に基づいて求める改質酸素量算出ステップと、

上記改質炭素量 C に対する上記改質酸素量 O の比率である O/C を目標範囲内に維持するように、上記燃料ポンプの吐出量を変更して、上記改質炭素量 C を補正する改質炭素量補正ステップとを行うことを特徴とする燃料電池システムの制御方法にある（請求項1）。

【0010】

本発明の燃料電池システムは、上記改質器、上記燃料電池、上記燃料ポンプ、上記燃料供給量検出手段、上記カソードポンプ、上記カソードガス供給量検出手段、上記発電量検出手段、上記制御装置等を有しており、燃料電池のカソード流路から排出されるカソードオフガス中に残存する残存酸素を改質器において利用するよう構成されている。

そして、本発明の燃料電池システムの制御方法は、上記残存酸素量の変化に基づいて、上記燃料ポンプの吐出量を変更することにより、改質器における O/C が適切な値になる

よう補正することができるものである。

【0011】

上記燃料電池システムを運転する際には、上記制御装置は、上記燃料電池における発電を用いて稼働させる負荷に必要な要求発電量を取り込み、燃料電池により発電を行う発電量が要求発電量を満たすよう上記燃料ポンプの吐出量及び上記カソードポンプの吐出量を決定する。このとき、制御装置は、各ポンプの吐出量と燃料電池の発電量との関係が予め求めてある関係マップを用いて、各ポンプの吐出量を決定することができる。

【0012】

そして、燃料ポンプから上記改質器の改質反応流路に改質用燃料が供給されると共に、カソードポンプから燃料電池のカソード流路にカソードガスが供給される。そして、改質器においては、改質用燃料、水、酸素等を用いて水素を含有するアノードガスが生成され、このアノードガス又はアノードガス中の水素が燃料電池のアノード流路に供給される。

次いで、燃料電池においては、アノード流路における水素がプロトンの状態になって上記電解質体を透過してカソード流路まで到達し、カソード流路において、プロトン状態の水素と、カソードガス中の酸素とが反応して発電が行われる。

【0013】

そして、カソード流路から排出されるカソードオフガスは、上記カソードオフガスラインを介して改質反応流路に送られる。このとき、カソードオフガス中には、燃料電池における発電に使用されなかった酸素である残存酸素と、燃料電池における発電により生成された水である生成水等が含まれており、改質反応流路においては、上記残存酸素、生成水等と改質用燃料とを反応させてアノードガスを生成することができる。

【0014】

ところで、安定かつ効率的に燃料電池システムの発電を行うためには、改質反応流路に供給される改質炭素量Cに対する改質酸素量Oの比率であるO/Cを適切に保つことが重要である。一方で、改質反応流路に供給される改質酸素量Oは、燃料電池における発電状態の影響を大きく受けており、この改質酸素量Oは、燃料電池における発電状態によって変動してしまうことがある。

【0015】

そこで、本発明においては、制御装置は、上記改質炭素量算出ステップ及び改質酸素量算出ステップを行って上記改質炭素量C及び改質酸素量Oを算出し、上記O/Cを算出する。

特に、改質酸素量算出ステップにおいては、実際に燃料電池において発電が行われたときに消費される消費酸素量を算出し、これをカソードガス流路に供給されたカソードガス中の供給酸素量から差し引くことによって、実際にカソードガス中に残存する残存酸素量を算出する。そして、この残存酸素量に基づいて改質反応流路に供給される改質酸素量Oを算出する。そのため、この改質酸素量Oの値は、燃料電池における発電状態を考慮した値となり、O/Cを目標範囲内に補正する際の基準となる。

【0016】

そして、改質炭素量補正ステップにおいて、制御装置は、上記算出したO/Cが目標範囲内になるように、上記燃料ポンプの吐出量を変更する。これにより、基準とした改質酸素量Oの割合に対して、改質炭素量Cの割合を適切に補正することができ、改質反応流路におけるO/Cを適切な値に保つことができる。

【0017】

また、本発明によれば、上記残存酸素量に基づいて算出した改質酸素量Oに対応して改質炭素量Cを補正しているため、上記カソードオフガスラインには、改質反応流路に供給する改質酸素量Oを調節するための調節弁等を配設しなくても、O/Cを適切な値に保つことが可能である。

それ故、本発明の燃料電池システムの制御方法によれば、燃料電池システムを複雑にすることなく、燃料電池における実際の発電状態を考慮して算出された改質酸素量Oを用いて、改質反応流路におけるO/Cを適切な値に保つことができる。

【0018】

第2の発明は、改質用燃料から水素を含有するアノードガスを生成する改質反応流路を備えた改質器と、

上記改質反応流路から上記アノードガスが供給される又は該アノードガス中の水素が供給されるアノード流路と、酸素を含有するカソードガスが供給されるカソード流路と、該カソード流路と上記アノード流路との間に配設された電解質体とを備えた燃料電池と、

上記改質反応流路に上記改質用燃料を供給する燃料ポンプと、

該燃料ポンプによる上記改質用燃料の供給量である燃料供給量を検出する燃料供給量検出手段と、

上記カソード流路に上記カソードガスを供給するカソードポンプと、

該カソードポンプによる上記カソードガスの供給量であるカソードガス供給量を検出するカソードガス供給量検出手段と、

上記燃料電池における発電量を検出する発電量検出手段と、

上記発電量が、当該燃料電池により発電した電力を用いて稼働させる負荷に必要とされる要求発電量になるよう上記燃料ポンプの吐出量及び上記カソードポンプの吐出量を決定する制御装置とを有し、

上記カソード流路には、該カソード流路から排出されるカソードオフガスを上記改質反応流路に送るためのカソードオフガスラインを接続してなる燃料電池システムであって、

上記制御装置は、上記改質反応流路に供給される炭素量である改質炭素量Cを上記燃料供給量に基づいて求める改質炭素量算出ステップと、

上記燃料電池における発電に消費された上記カソードガス中の酸素量である消費酸素量を上記発電量から求めると共に、上記カソード流路に供給される酸素量である供給酸素量を上記カソードガス供給量から求め、次いで、上記供給酸素量から上記消費酸素量を差し引くことによって上記カソードオフガス中の残存酸素量を求め、上記改質反応流路に供給される酸素量である改質酸素量Oを上記残存酸素量に基づいて求める改質酸素量算出ステップと、

上記改質炭素量Cに対する上記改質酸素量Oの比率である O/C を目標範囲内に維持するように、上記燃料ポンプの吐出量を変更して、上記改質炭素量Cを補正する改質炭素量補正ステップとを行うよう構成されていることを特徴とする燃料電池システムにある（請求項9）。

【0019】

本発明の燃料電池システムによっても、上記発明と同様に、燃料電池システムを複雑にしてしまうことなく、燃料電池における実際の発電状態を考慮して算出された改質酸素量Oを用いて、改質反応流路における O/C を適切な値に保つことができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0020】

上述した第1、第2の発明における好ましい実施の形態につき説明する。

第1の発明において、上記制御装置は、上記燃料電池における発電により上記カソード流路内に生成された水分量である生成水分量を上記発電量から求め、上記改質反応流路に供給される水分量である改質水分量Sを上記生成水分量に基づいて求める改質水分量算出ステップも行い、上記改質炭素量補正ステップにおいて、上記燃料ポンプの吐出量を変更して上記改質炭素量Cを補正する際には、上記改質炭素量Cに対する上記改質水分量Sの比率である S/C も目標範囲内に維持することが好ましい（請求項2）。

【0021】

この場合には、制御装置は、上記改質炭素量算出ステップ及び改質酸素量算出ステップ以外に、上記改質水分量算出ステップも行つて改質水分量Sを算出し、上記 S/C を算出する。そして、上記改質炭素量補正ステップにおいて、上記燃料ポンプの吐出量を変更して改質炭素量Cを補正する際には、 S/C も目標範囲内になるように考慮して補正を行い、改質反応流路における S/C も適切な値に保つことができる。

そのため、燃料電池における実際の発電状態を考慮して算出された改質酸素量Oを用い

て、改質反応流路における S/C も適切な値に保つことができ、安定かつ効率的に燃料電池システムの発電を行うことができる。

【0022】

また、上記制御装置は、上記燃料電池システムに異常が発生し、上記発電量が上記要求発電量よりも低下した場合には、上記改質炭素量算出ステップ、上記改質酸素量算出ステップ、上記改質水分量算出ステップ及び上記改質炭素量補正ステップを行い、上記発電量の低下による上記改質酸素量 O の増加に応じて、上記燃料ポンプの吐出量を増加させ、上記改質炭素量 C を増加させることにより、上記 O/C が上記目標範囲内になるようにして、上記要求発電量を満たすよう上記発電量を回復させる発電量回復ステップを行うことが好ましい（請求項3）。

【0023】

この場合は、上記燃料電池システムに何らかの異常が発生し、燃料電池における発電量が上記要求発電量よりも低下してしまった場合の対策方法を示す。すなわち、この場合には、上記発電量の低下により、燃料電池における発電に消費されるカソードガス中の消費酸素量が減少し、その分、カソードオフガス中に残存する残存酸素量が増加し、改質反応流路に供給する改質酸素量 O が増加することになる。

【0024】

そのため、制御装置は、発電量回復ステップとして、改質酸素量 O の増加量に応じて、燃料ポンプの吐出量を増加させ、改質炭素量 C を増加させることにより、上記 O/C を上記目標範囲内に保つことができる。また、改質炭素量 C を増加させることにより、上記要求発電量を満たすよう燃料電池における発電量を回復させることができる。

そのため、上記燃料電池システムの異常事態においても、改質反応流路における O/C を適切な値に保つことができると共に、燃料電池における発電量も要求発電量を満たすよう保つことができる。

【0025】

なお、上記燃料電池システムにおける異常状態としては、例えば、何らかの原因で改質反応流路において生成するアノードガス中の水素量が減少してしまった場合、何らかの原因で改質反応流路における温度又は燃料電池における温度が低下してしまった場合等が考えられる。また、例えば、燃料電池を固体高分子膜型燃料電池又はリン酸型燃料電池等とした場合には、電解質体が乾燥してしまった場合等も考えられる。

【0026】

また、上記制御装置は、上記発電量回復ステップにおいて上記燃料ポンプの吐出量を増加させる際には、上記 S/C が1以下とならないように上記燃料ポンプの吐出量の増加を制限することが好ましい（請求項4）。

ところで、上記燃料電池システムの制御方法においては、上記のごとく、改質酸素量 O を基準とし、これに対し改質炭素量 C を調節することによって、 O/C を適切な値に保っており、 S/C よりも O/C を優先して調節している。

【0027】

そこで、上記発電量回復ステップにおいて、燃料ポンプの吐出量を増加させて、改質炭素量 C を補正する際には、上記 S/C をチェックし、これが1以下とならないようにする。これにより、 S/C が1以下となって、改質反応流路内に改質用燃料に含まれる未反応の炭素が残り、改質反応流路内に配置した改質触媒等の劣化を招くことを防止することができる。

【0028】

また、上記改質器は、上記改質反応流路に隣接形成され燃焼反応を行って該改質反応流路を加熱する加熱流路を備えており、上記制御装置は、上記発電量回復ステップにおいて、上記 S/C が1以下となってしまうために上記燃料ポンプの吐出量を増加させることができないときには、上記加熱流路における燃焼反応を減少させることが好ましい（請求項5）。

【0029】

上記改質反応流路に隣接して加熱流路を設けたことにより、改質器においては、改質反応流路における酸化反応と、加熱流路における燃焼反応とを合わせて、改質反応流路における温度を適切な温度範囲内保つことが容易になる。また、加熱流路において燃焼反応を行うことにより、改質反応流路における酸化反応に用いる改質用燃料の消費量を減少させることができる。

【0030】

また、上記発電量回復ステップにおいて、 S/C が1以下となってしまうために燃料ポンプの吐出量を増加させることができないときには、改質反応流路に供給される改質酸素量 O が過剰になっており、上記 O/C が目標範囲内を外れて大きくなっていると考えられる。そこで、この場合には、改質酸素量 O が過剰であることにより、改質反応流路が必要以上に加熱されてしまうおそれがある。そのため、改質反応流路を加熱するために設けた加熱流路における燃焼反応を減少させることにより、改質反応流路における温度を適切な温度に保つことができる。

【0031】

また、上記制御装置は、上記要求発電量の増加変更がなされた場合には、上記燃料ポンプの吐出量及び上記カソードポンプの吐出量を増加させるよう再決定し、一方で、上記要求発電量の減少変更がなされた場合には、上記燃料ポンプの吐出量及び上記カソードポンプの吐出量を減少させるよう再決定することにより、上記発電量を上記要求発電量に追従させる発電量追従ステップと、該発電量追従ステップを行い、上記改質炭素量算出ステップ、上記改質酸素量算出ステップ及び上記改質水分量算出ステップを再び行った後、上記 O/C が上記目標範囲内を外れて大きくなったときには、上記燃料ポンプの吐出量を増加させ、上記改質炭素量 C を増加補正することにより、当該 O/C を上記目標範囲内に復帰させ、一方で、上記 O/C が上記目標範囲内を外れて小さくなったときには、上記燃料ポンプの吐出量を減少させ、上記改質炭素量 C を減少補正することにより、当該 O/C を上記目標範囲内に復帰させる O/C 補正ステップとを行うことができる（請求項6）。

【0032】

この場合は、上記燃料電池の発電に要求される要求発電量が変更された場合に、燃料電池における発電量が要求発電量になるよう追従させるときの制御方法を示す。

すなわち、上記発電量追従ステップにおいては、要求発電量の増加変更がなされた場合には、燃料電池における発電量もこれに応じて大きくする必要があり、制御装置は、燃料ポンプの吐出量及びカソードポンプの吐出量を、発電量の増加分にに応じて増加させる。これにより、各ポンプの吐出量が適切に再決定される。

【0033】

一方で、要求発電量の減少変更がなされた場合には、燃料電池における発電量もこれに応じて小さくする必要があり、制御装置は、燃料ポンプの吐出量及びカソードポンプの吐出量を、発電量の減少分にに応じて減少させる。これによっても、各ポンプの吐出量が適切に再決定される。こうして、要求発電量の変更量に対応して、燃料電池の発電量を追従変更させることができる。

【0034】

そして、上記燃料電池の発電量が変更された後（発電量追従ステップを行った後）には、上記改質反応流路における O/C が目標範囲内を外れているおそれがある。そのため、この場合には、上記 O/C 補正ステップとして、まず、再び上記改質炭素量算出ステップ、改質酸素量算出ステップ及び改質水分量算出ステップを行って、それぞれ上記改質炭素量 C 、改質酸素量 O 及び改質水分量 S を算出し、上記 O/C 及び S/C を算出する。

【0035】

そして、 O/C が目標範囲内を外れて大きくなったときには、改質酸素量 O が過剰であると考え、燃料ポンプの吐出量を増加させることにより、改質炭素量 C を増加補正する。これにより、 O/C を目標範囲内に復帰させ、適切な値に保つことができる。一方で、 O/C が目標範囲内を外れて小さくなったときには、改質酸素量 O が不足していると考え、燃料ポンプの吐出量を減少させることにより、改質炭素量 C を減少補正する。これによ

ても、 O/C を目標範囲内に復帰させ、適切な値に保つことができる。

【0036】

また、上記制御装置は、上記 O/C 補正ステップにおいて上記燃料ポンプの吐出量を増加させる際には、上記 S/C が1以下とならないように上記燃料ポンプの吐出量の増加を制限することが好ましい（請求項7）。

この場合には、上記 O/C 補正ステップにおいて、 S/C が1以下とならないようにすることにより、上記と同様に、 S/C が1以下となって、改質反応流路内に改質用燃料に含まれる未反応の炭素が残り、改質反応流路内に配置した改質触媒等の劣化を招くことを防止することができる。

【0037】

また、上記改質器は、上記改質反応流路に隣接形成され燃焼反応を行って該改質反応流路を加熱する加熱流路を備えており、上記制御装置は、上記 O/C 補正ステップにおいて、上記 S/C が1以下となってしまうために上記燃料ポンプの吐出量を増加させることができないときには、上記加熱流路における燃焼反応を減少させることが好ましい（請求項8）。

【0038】

この場合には、上記 O/C 補正ステップにおいて、加熱流路において燃焼反応を行うことにより、上記と同様に、改質反応流路における温度を適切な温度範囲内保つことが容易になり、改質反応流路における酸化反応に用いる改質用燃料の消費量を減少させることができる。また、この場合にも、上記と同様に、改質反応流路を加熱するために設けた加熱流路における燃焼反応を減少させることにより、改質反応流路における温度を適切な温度に保つことができる。

【0039】

また、第2の発明においては、上記制御装置は、上記燃料電池における発電により上記カソード流路内に生成された水分量である生成水分量を上記発電量から求め、上記改質反応流路に供給される水分量である改質水分量 S を上記生成水分量に基づいて求める改質水分量算出ステップも行うよう構成し、上記改質炭素量補正ステップにおいて、上記燃料ポンプの吐出量を変更して上記改質炭素量 C を補正する際には、上記改質炭素量 C に対する上記改質水分量 S の比率である S/C も目標範囲内に維持するよう構成することが好ましい（請求項10）。

【0040】

この場合には、制御装置は、上記改質炭素量算出ステップ及び改質酸素量算出ステップ以外に、上記改質水分量算出ステップも行って改質水分量 S を算出し、上記 S/C を算出する。そして、上記改質炭素量補正ステップにおいて、上記燃料ポンプの吐出量を変更して改質炭素量 C を補正する際には、 S/C も目標範囲内になるように考慮して補正を行い、改質反応流路における S/C も適切な値に保つことができる。

そのため、燃料電池における実際の発電状態を考慮して算出された改質酸素量 O を用いて、改質反応流路における S/C も適切な値に保つことができ、安定かつ効率的に燃料電池システムの発電を行うことができる。

【0041】

また、第1、第2の発明において、上記改質炭素量 C は、上記改質反応流路に供給される改質用燃料中に含まれる炭素原子（ C ）のモル量として求めることができ、上記改質酸素量 O は、改質反応流路に供給されるカソードガス中に含まれる酸素原子（ O ）のモル量として求めることができる。また、上記改質水分量 S は、上記燃料電池における反応により生成される生成水（ H_2O ）のモル量として求めることができる。

【0042】

また、上記燃料電池における発電量は、アノード流路に供給されたアノードガス中の水素の消費量（発電反応に消費される消費水素量）、及びカソード流路に供給されたカソードガス中の酸素の消費量（発電反応に消費される消費酸素量）と密接な関係があり、また、これらの消費によって生成される水の量（生成水分量）とも密接な関係がある。そのた

め、本発明においては、上記発電量検出手段によって検出した燃料電池における発電量を用いて、上記消費酸素量、上記改質水分量を求め、これらを上記燃料電池システムの制御方法に利用する。

【0043】

また、上記O/Cの目標範囲は、例えば、モル比で0～1.2とすることができ、上記S/Cの目標範囲は、例えば、モル比で1～3とすることができる。

上記O/Cが目標範囲よりも大きくなってしまうと、改質反応流路において、改質用燃料と酸素とによる酸化反応が過剰に起こり、改質反応流路を加熱し過ぎてしまうだけでなく、改質用燃料を水素を生成する以外の用途に過剰に消費して、エネルギー効率の低下を招くおそれがある。

また、一方で、上記O/Cが目標範囲よりも小さくなってしまうと、改質反応流路において、上記酸化反応が不足し、改質反応流路の温度が低下して、改質用燃料から水素への転換効率が低下してしまうおそれがある。

【0044】

また、上記改質炭素量算出ステップ、上記改質酸素量算出ステップ及び上記改質水分量算出ステップは、必ずしもこの順番に行う必要はなく、いずれから行ってもよい。また、これらのステップは、並列して行うこともできる。

また、上記改質炭素量算出ステップ、上記改質酸素量算出ステップ、上記改質水分量算出ステップ及び上記改質炭素量補正ステップは、燃料電池における発電が安定したときに行うことができる。また、改質炭素量算出ステップ、改質酸素量算出ステップ、改質水分量算出ステップ及び改質炭素量補正ステップは、上記燃料電池システムにおいて何らかの異常が発生し、上記発電量が低下した場合、あるいは、上記要求発電量の増加変更がなされた場合にはじめて行うこともできる。

【0045】

また、上記改質器の改質反応流路においては、例えば、改質用燃料と水とから改質触媒を介して水素及び一酸化炭素等を生成する水蒸気改質反応と、改質用燃料の一部と酸素とを燃焼させて、水及び二酸化炭素等を生成する酸化反応とを行うことができる。そして、水蒸気改質反応により水素を生成する一方、この水蒸気改質反応は吸熱反応であるため、上記酸化反応としての発熱反応を行って、改質器における反応温度を高く維持することができる。

【0046】

また、上記燃料電池のアノード流路には、上記改質器の改質反応流路において生成したアノードガスを直接供給することができる。この場合には、例えば、燃料電池における電解質体は、アノード流路に供給されたアノードガス中の水素を透過させるための水素分離金属層と、この水素分離金属層を透過させた水素をプロトンの状態にして透過させてカソード流路に到達させるためのセラミックスからなるプロトン伝導体層とを積層してなるものとすることができる。

また、これ以外にも、改質器と燃料電池との間に、アノードガスから水素を分離するための水素分離金属を配設し、この水素分離金属を透過した水素を燃料電池におけるアノード流路に供給することもできる。

【0047】

また、上記改質用燃料は、例えば、炭化水素燃料又はアルコール燃料等とすることができる。上記炭化水素燃料としては、例えば、メタン、エタン等の燃料ガス、プロパン、ブタン等の液化石油ガス、オクタン等のガソリンがある。また、上記アルコール燃料としては、例えば、メタノール、エタノール等がある。

【実施例】

【0048】

以下に、図1～図7を用いて、本発明の燃料電池システム及びその制御方法にかかる実施例につき説明する。

(実施例1)

本例の燃料電池システム 1 は、図 1 に示すごとく、水素を生成する改質反応流路 21 を備えた改質器 2 と、上記水素を利用して発電を行う燃料電池 3 とを有する燃料電池システム 1 を制御するに当たり、燃料電池 3 における実際の発電状態を考慮して算出された改質酸素量 O を用いて、改質反応流路 21 における改質炭素量 C に対する改質酸素量 O の比率である O/C と、改質炭素量 C に対する改質水分量 S の比率である S/C とを適切な値に保つことができるものである。

【0049】

すなわち、図 1 に示すごとく、上記改質器 2 は、改質用燃料 F から水素を含有するアノードガス G_a を生成する改質反応流路 21 と、これに隣接形成され燃焼反応を行って改質反応流路 21 を加熱する加熱流路 22 とを備えている。また、上記燃料電池 3 は、改質反応流路 21 からアノードガス G_a が供給されるアノード流路 32 と、酸素を含有するカソードガス G_c が供給されるカソード流路 33 と、このカソード流路 33 とアノード流路 32 との間に配設された電解質体 31 と、当該燃料電池 3 を冷却するための冷媒ガス G_r が供給される冷媒流路 34 とを備えている。

【0050】

また、図 1 に示すごとく、燃料電池システム 1 は、以下の燃料ポンプ 51、燃料供給量検出手段 61、カソードポンプ 52、カソードガス供給量検出手段 62、発電量検出手段 63、制御装置 7 を有して構成されている。

上記燃料ポンプ 51 は、上記改質反応流路 21 に改質用燃料 F を供給するよう構成されており、上記カソードポンプ 52 は、上記カソード流路 33 にカソードガス G_c を供給するよう構成されている。

また、上記燃料供給量検出手段 61 は、燃料ポンプ 51 による改質用燃料 F の供給量である燃料供給量 Q_f を検出するよう構成されており、上記カソードガス供給量検出手段 62 は、カソードポンプ 52 によるカソードガス G_c の供給量であるカソードガス供給量 Q_c を検出するよう構成されており、また、上記発電量検出手段 63 は、燃料電池 3 における発電量 W を検出するよう構成されている。

【0051】

また、図 1 に示すごとく、カソード流路 33 の出口部には、これから排出されるカソードオフガス O_c を改質反応流路 21 の入口部に送るためのカソードオフガスライン 46 が接続されており、改質反応流路 21 においては、カソードオフガス O_c を利用して水蒸気改質反応及び酸化反応を行うよう構成されている。また、カソードオフガス O_c は、燃料電池 3 における発電に使用されなかった酸素である残存酸素、燃料電池 3 における発電により生成された水である生成水及び燃料電池 3 の発電により高温の熱エネルギーを有しており、改質反応流路 21 においては、上記残存酸素、生成水及び高温の熱エネルギーを利用してアノードガス G_a を生成することができる。

【0052】

また、上記制御装置 7 は、上記発電量検出手段 63 により検出した発電量 W が、燃料電池 3 により発電した電力を用いて稼働させる負荷 8 に必要とされる要求発電量 W_r になるよう燃料ポンプ 51 の吐出量及びカソードポンプ 52 の吐出量を決定するよう構成されている。

なお、要求発電量 W_r とは、負荷 8 を稼働させるために燃料電池 3 に要求される発電量 W のことであり、制御装置 7 は、要求発電量 W_r を目標発電量として、燃料電池 3 における発電の制御を行う。

【0053】

そして、図 2～図 4 に示すごとく、上記制御装置 7 は、以下の改質炭素量算出ステップ、改質酸素量算出ステップ、改質水分量算出ステップ及び改質炭素量補正ステップを行って、改質反応流路 21 に供給する改質炭素量 C を、改質反応流路 21 に供給する改質酸素量 O に応じて補正する。

すなわち、図 3 に示すごとく、上記改質炭素量算出ステップにおいては、制御装置 7 は、改質反応流路 21 に供給される炭素量である改質炭素量 C を、上記燃料供給量検出手段

61により検出した燃料供給量 Q_f に基づいて求める。

【0054】

また、図3に示すごとく、上記改質酸素量算出ステップにおいては、制御装置7は、まず、燃料電池3における発電に消費されたカソードガス G_c 中の酸素量である消費酸素量を、発電量検出手段63により検出した発電量 W から求める。また、制御装置7は、カソード流路33に供給される酸素量である供給酸素量を、上記カソードガス供給量検出手段62により検出したカソードガス供給量 Q_c から求める。

次いで、制御装置7は、上記供給酸素量から上記消費酸素量を差し引くことによって、カソードオフガス O_c 中の残存酸素量を求める。こうして、改質反応流路21に供給される酸素量である改質酸素量 O を残存酸素量に基づいて求める。

【0055】

また、図3に示すごとく、上記改質水分量算出ステップにおいては、制御装置7は、燃料電池3における発電によりカソード流路33内に生成された水分量である生成水分量を、発電量検出手段63により検出した発電量 W から求める。そして、改質反応流路21に供給される水分量である改質水分量 S を、生成水分量に基づいて求める。

こうして、改質反応流路21における改質炭素量 C 、改質酸素量 O 及び改質水分量 S をそれぞれ求めることができる。

【0056】

次いで、図4に示すごとく、上記改質炭素量補正ステップにおいては、制御装置7は、上記 O/C と上記 S/C とがそれぞれ目標値の範囲内になるように、上記燃料ポンプ51の吐出量を変更する。

すなわち、改質炭素量補正ステップにおいては、上記改質酸素量算出ステップにおいて求めた改質酸素量 O を基準とし、この改質酸素量 O に対応して、改質炭素量 C を補正することにより、 O/C が目標値の範囲内になるように補正する。また、この O/C の補正の際には、 S/C も目標値の範囲内から外れないようにして、改質炭素量 C を補正（変更）する量を決定する。なお、本例では、 O/C の目標値は0～1.2の間から選択した値とし、 S/C の目標値は1～3の間から選択した値とする。また、目標値の範囲とは、目標値に対して上下に若干幅を持たせた範囲のことをいう。

【0057】

以下に、これを詳説する。

図1に示すごとく、本例の燃料電池3における電解質体31は、アノード流路32に供給されたアノードガス G_a 中の水素を透過させるための水素分離金属層311と、この水素分離金属層311を透過させた水素をプロトンの状態にして透過させてカソード流路33に到達させるためのセラミックスからなるプロトン伝導体層312とを積層してなる。水素分離金属層311は、パラジウム（Pd）を含む金属から構成されており、プロトン伝導体層312は、 $BaCeO_3$ 系又は $SrCeO_3$ 系のペロブスカイト型酸化物から構成されている。そして、本例の燃料電池3は、プロトン伝導体層312に水分を含浸させずに発電を行うことができ、例えば300～600℃の高温状態で作動させることができる。

【0058】

また、改質器2の改質反応流路21において生成するアノードガス G_a の温度は、300～600℃とすることができる。そのため、本例では、改質反応流路21における温度と燃料電池3における作動温度とをほぼ同じにすることができ、改質反応流路21から燃料電池3のアノード流路32へは、アノードガス G_a を直接供給することができる。

また、カソード流路33から排出されるカソードオフガス O_c は、燃料電池3の作動温度に近い高温の状態で改質反応流路21へ直接送ることができる。

【0059】

また、図1に示すごとく、上記電解質体31は、プロトン伝導体層312におけるアノード流路32の側の表面に形成したアノード電極（陽極）321と、プロトン伝導体層312におけるカソード流路33の側の表面に形成したカソード電極（陰極）331とを有

している。また、アノード電極とカソード電極との間には、燃料電池 3 から電力を取り出すための電池出力線 301 が接続されており、燃料電池 3 による発電した電力を利用して稼動する負荷 8 は、電池出力線 301 に接続されている。

【0060】

また、上記発電量検出手段 63 は、上記電池出力線 301 における電力値又は電流値を計測することにより、燃料電池 3 における発電量 W を検出することができる。

また、上記発電量検出手段 63 は、例えば、燃料電池 3 における電力量を検出する電力計とすることができる。また、燃料電池 3 における発電電圧は、ほぼ一定であることが多いため、発電量検出手段 63 は、例えば、燃料電池 3 における電流量を検出する電流計等とすることもできる。

また、上記燃料供給量検出手段 61 及び上記カソードガス供給量検出手段 62 は、流量計とすることができる。

【0061】

また、図 1 に示すごとく、改質反応流路 21 の入口部と燃料ポンプ 51 とは、燃料ポンプ 51 から改質用燃料 F を改質反応流路 21 に供給するための燃料供給ライン 41 を介して接続されている。そして、上記燃料供給量検出手段 61 は、燃料供給ライン 41 に配設されている。

また、カソード流路 33 とカソードポンプ 52 とは、カソードポンプ 52 からカソードガス G_c をカソード流路 33 に供給するためのカソードガス供給ライン 43 を介して接続されている。そして、上記カソードガス供給量検出手段 62 は、カソードガス供給ライン 43 に配設されている。

【0062】

また、改質反応流路 21 の出口部とアノード流路 32 の入口部とは、改質反応流路 21 において生成されたアノードガス G_a が流れるアノードガス供給ライン 42 を介して接続されている。

また、アノード流路 32 の出口部には、これから排出されるアノードオフガス O_a を加熱流路 22 の入口部に送るためのアノードオフガスライン 45 が接続されている。そして、改質器 2 の加熱流路 22 は、アノードオフガス O_a が有する残存水素（燃料電池 3 における発電に消費されなかった水素）、アノードガス G_a 中に含まれる水素以外の物質（特に、一酸化炭素、メタン等の可燃性物質）及び燃料電池 3 を通過して加熱された熱エネルギー等を利用して燃焼反応を行うよう構成されている。

【0063】

また、燃料電池 3 の冷媒流路 34 には、これに冷媒ガス G_r を供給するための冷媒ポンプ 53 が冷媒ガス供給ライン 44 を介して接続されている。また、冷媒流路 34 の出口部には、これから排出される冷媒オフガス O_r を加熱流路 22 の入口部に送るための冷媒オフガスライン 47 が接続されている。そして、加熱流路 22 は、冷媒オフガスが有する酸素及び燃料電池 3 を通過して加熱された熱エネルギー等を利用して燃焼反応を行うよう構成されている。

【0064】

また、改質用燃料 F とカソードオフガス O_c とは、改質反応流路用混合弁 461 によって混合されて改質反応流路 21 に送られ、アノードオフガス O_a と冷媒オフガス O_r とは、加熱流路用混合弁 451 によって混合されて加熱流路 22 に送られる。また、加熱流路 22 において燃焼反応が行われた後の燃焼オフガスは、加熱流路 22 の出口部に接続された排気ライン 48 から燃料電池システム 1 の外部に排出される。

なお、本例の改質用燃料 F は、炭化水素燃料であり、カソードガス G_c 及び冷媒ガス G_r は空気である。

【0065】

また、上記制御装置 7 は、燃料電池システム 1 における種々の制御を行うものである。そして、制御装置 7 は、発電量検出手段 63、燃料供給量検出手段 61、カソードガス供給量検出手段 62 から各検出値としての入力データを受信し、燃料ポンプ 51 及びカソー

ドポンプ52にこれらを作動させるための出力データを送信するよう構成されている。

【0066】

本例の制御装置7は、図2に示すごとく、燃料電池システム1を起動し、燃料電池3における発電を開始した初期段階においては、まず、初期制御フローを実行し、次いで、燃料電池3における発電が安定して行われる定常段階においては、燃料電池3における発電に要求される要求発電量 W_r が変更されていないか、及び燃料電池3における発電量 W が低下していないかを監視するメイン制御フローを実行する。

そして、メイン制御フローにおいて、燃料電池3における発電量 W が低下したときには、図5に示すごとく、発電量回復ルーチンを実行し、要求発電量 W_r が変更されたときには、図6に示すごとく、発電量変更ルーチンを実行する。

【0067】

また、上記初期制御フローにおいては、図3に示すごとく、 $O/C \cdot S/C$ 算出ルーチンを行って、 O/C 及び S/C を算出し、次いで、図4に示すごとく、燃料ポンプ増減補正ルーチンを行って、燃料ポンプ51の吐出量を変更することにより、改質酸素量 O に対応して改質炭素量 C を補正する。

【0068】

また、図5に示すごとく、上記メイン制御フローにおける発電量回復ルーチンにおいては、 $O/C \cdot S/C$ 算出ルーチン及び燃料ポンプ増減補正ルーチンを行い、改質酸素量 O に対応して改質炭素量 C を補正し、燃料電池3の発電量 W を回復させる。

また、図6に示すごとく、上記メイン制御フローにおける発電量変更ルーチンにおいては、 $O/C \cdot S/C$ 算出ルーチン及び燃料ポンプ増減補正ルーチンを行い、改質酸素量 O に対応して改質炭素量 C を補正し、燃料電池3の発電量 W を要求発電量 W_r に追従させる。

。

【0069】

以下に、燃料電池システム1を制御する方法の一例を、図2～図6を用いて詳説する。
(初期制御フロー)

図2において、燃料電池3における発電を開始するときには、制御装置7は、燃料電池3により稼働させる負荷8に必要な要求発電量 W_r を取り込み(ステップS01)、燃料電池3により発電を行う発電量 W が要求発電量 W_r を満たすよう燃料ポンプ51の目標吐出量及びカソードポンプ52の目標吐出量を決定する(S02)。

なお、発電量 W が要求発電量 W_r を満たす状態とは、発電量 W が要求発電量 W_r とほぼ同じ、又は発電量 W が要求発電量 W_r よりも所定の要求範囲内で高い状態のことをいう。この要求範囲は、要求発電量 W_r の値よりも若干高い値とすることができる。

【0070】

上記燃料ポンプ51の吐出量及びカソードポンプ52の吐出量を決定するときには、制御装置7は、各ポンプ51、52の吐出量と燃料電池3の発電量 W との関係が予め求められている吐出量・発電量関係マップを用いる。この吐出量・発電量関係マップは、燃料電池システム1において、改質反応流路21内における温度及び燃料電池3における温度を所定の温度範囲内に保つと共に、燃料電池3のアノード流路32内における圧力及びカソード流路33内における圧力を所定の圧力範囲内に保った状態で、燃料ポンプ51から改質反応流路21に供給する燃料供給量 Q_f と、カソードポンプ52からカソード流路33に供給するカソードガス供給量 Q_c とをそれぞれ変化させたときの燃料電池3における発電量 W の変化の状態をグラフ等によって示すものである。

そして、燃料ポンプ51の目標吐出量及びカソードポンプ52の目標吐出量が決定されたときには、改質反応流路21に供給される改質炭素量 C 及び改質酸素量 O の絶対量が決定される。

【0071】

また、上記吐出量・発電量関係マップにおいては、燃料ポンプ51の吐出量及びカソードポンプ52の吐出量を変化させたときの改質反応流路21における O/C 及び S/C の変化の状態もグラフ等によって示されている。そのため、燃料ポンプ51の吐出量及びカ

ソーダポンプ52の吐出量を決定したときには、改質反応流路21におけるO/Cの目標値及びS/Cの目標値も決定される。

【0072】

そして、O/Cにより、改質反応流路21において酸化反応を行う割合が決定され、S/Cにより、改質反応流路21において水蒸気改質反応を行う割合が決定される。また、本例では、加熱流路22における燃焼反応により改質反応流路21を加熱するため、O/Cをできるだけ小さくして、酸化反応に消費される改質用燃料Fの量をできるだけ少なくすることができる。

【0073】

そして、燃料ポンプ51及びカソードポンプ52が作動され、燃料ポンプ51から改質反応流路21に改質用燃料Fが供給されると共に、カソードポンプ52からカソード流路33にカソードガスGcが供給される(S03)。このとき、制御装置7は、燃料供給量検出手段61により検出する燃料供給量Qfが燃料ポンプ51の目標吐出量となるよう燃料ポンプ51を制御することができ、カソードガス供給量検出手段62により検出するカソードガス供給量Qcがカソードポンプ52の目標吐出量となるようカソードポンプ52を制御することができる。

【0074】

そして、制御装置7は、燃料電池3における発電が安定するまで、燃料ポンプ51の吐出量及びカソードポンプ52の吐出量の微調節を行って、発電量検出手段63により検出した発電量Wが、負荷8から要求される要求発電量(目標発電量)Wrを満たすよう制御する。

【0075】

こうして、改質反応流路21においては、燃料ポンプ51から供給される改質用燃料Fと、カソードオフガスライン46から送られるカソードオフガスOc中の高温の水(水蒸気)とが、改質反応流路21内に配置した改質触媒を介して水蒸気改質反応を行い、水素を含有するアノードガスGaが生成される。また、改質反応流路21においては、改質用燃料Fの一部と、カソードオフガスOc中の高温の酸素とが酸化反応を行い、改質反応流路21内を加熱する。また、加熱流路22においては、アノードオフガスライン45から送られるアノードオフガスOa中の水素、可燃性物質等と、冷媒オフガスライン47から送られる冷媒オフガスOr中の高温の酸素とが燃焼反応を行い、改質反応流路21を加熱する。

【0076】

また、燃料電池3のアノード流路32には、改質反応流路21からアノードガスGaが供給され、アノードガスGa中の水素は、アノード流路32から電解質体31の水素分離金属層311を透過し、プロトンの状態になって電解質体31のプロトン伝導体層312を透過して、燃料電池3のカソード流路33まで到達する。そして、カソード流路33においては、プロトン状態の水素と、カソードポンプ52から供給されたカソードガスGc中の酸素とが反応して、燃料電池3の発電が行われる。

【0077】

(O/C・S/C算出ルーチン)

次に、燃料電池3における発電状態が安定したところで、制御装置7は、O/C・S/C算出ルーチンにおいて、O/C及びS/Cを算出する(S04)。

すなわち、図3に示すごとく、制御装置7は、O/C・S/C算出ルーチンにおいては、まず、燃料供給量検出手段61により改質反応流路21に供給される燃料供給量Qfを検出する(S041)。そして、上記改質炭素量算出ステップとして、改質反応流路21に供給される改質炭素量Cを、燃料供給量Qfと、改質用燃料F中に含まれる炭素のモル数とを用いて求める(S042)。

【0078】

また、制御装置7は、発電量検出手段63により燃料電池3における発電量Wを検出する(S043)。そして、制御装置7は、上記改質水分量算出ステップとして、燃料電池

3における発電によりカソード流路33内に生成された生成水分量を、上記発電量 W に基づいて求める(S044)。この際には、燃料電池3における生成水分量と燃料電池3における発電量 W との関係を予め求めておいた生成水・発電量関係マップを用いることができる。また、本例では、カソードオフガス O_c のほぼすべてを改質反応流路21に送るため、改質反応流路21に供給される改質水分量 S は生成水分量とほぼ同じであるとして求める。

【0079】

また、制御装置7は、上記改質酸素量算出ステップとして、燃料電池3における発電に消費されたカソードガス G_c 中の消費酸素量を、上記発電量 W に基づいて求める(S045)。この際には、燃料電池3における消費酸素量と燃料電池3における発電量 W との関係を予め求めておいた消費酸素量・発電量関係マップとを用いることができる。

【0080】

また、制御装置7は、カソードガス供給量検出手段62によりカソード流路33に供給されるカソードガス供給量 Q_c を検出する(S046)。そして、カソード流路33に供給される供給酸素量を、上記カソードガス供給量 Q_c と、カソードガス G_c 中に含まれる酸素のモル数とを用いて求める(S047)。

【0081】

そして、制御装置7は、上記供給酸素量から上記消費酸素量を差し引くことによって、カソードオフガス O_c 中の残存酸素量をモル量として求める。また、本例では、カソードオフガス O_c のほぼすべてを改質反応流路21に送るため、改質反応流路21に供給される改質酸素量 O は残存酸素量とほぼ同じであるとして求める(S048)。

こうして、改質反応流路21に供給される改質炭素量 C 、改質酸素量 O 及び改質水分量 S をそれぞれモル量として求め、制御装置7は、改質反応流路21における O/C 及び S/C を求める(S049)。

【0082】

(燃料ポンプ増減補正ルーチン)

次いで、図4に示すごとく、制御装置7は、燃料ポンプ増減補正ルーチン(S05)において、上記改質炭素量補正ステップとして、上記各算出により求めた O/C の値が、目標値の範囲内にあるか否かを判定する(S051)。 O/C の値が目標値の範囲内にある場合(S051の判定がYesの場合)には、燃料ポンプ51の吐出量を補正する必要があるため、直ちに燃料ポンプ増減補正ルーチンを終了する。

【0083】

一方で、 O/C の値が目標値の範囲内にない場合(S051の判定がNoの場合)には、 O/C の値が目標値よりも大きいのか否かを判定する(S052)。 O/C の値が目標値よりも大きい場合(S052の判定がYesの場合)には、改質炭素量 C の割合が不足していると考え、改質酸素量 O を基準とし、 O/C の値を目標値にするために必要な改質炭素量 C の不足分を求める。そして、この改質炭素量 C の不足分に対応して、 O/C の値を目標値に保つための仮改質炭素量 C' を求める。また、この仮改質炭素量 C' を改質反応流路21に供給するために、増加させることが必要な燃料ポンプ51の吐出量の増加量(吐出増加量)が算出される(S053)。

【0084】

一方で、 O/C の値が目標値よりも小さい場合(S052の判定がNoの場合)には、改質炭素量 C の割合が過剰であると考え、改質酸素量 O を基準とし、 O/C の値を目標値にするために削減することが必要な改質炭素量 C の過剰分を求める。そして、この改質炭素量 C の過剰分に対応して、 O/C の値を目標値に保つために、減少させることが必要な燃料ポンプ51の吐出量の減少量(吐出減少量)が算出される(S054)。

【0085】

また、上記燃料ポンプ51の吐出増加量が算出された後(S053の後)には、上記仮改質炭素量 C' と上記改質水分量 S とを用いて、 S/C' を求める(S055)。そして、この S/C' が1よりも大きいのか否かを判定する(S056)。 S/C' が1よりも大

きい場合 (S056 の判定が Yes の場合) には、上記仮改質炭素量 C' を改質反応流路 21 に供給する改質炭素量 C として確定し、また、上記燃料ポンプ 51 の吐出増加量も確定される。

【0086】

一方で、 S/C' が 1 以下である場合 (S056 の判定が No の場合) には、 S/C' を 1 よりも大きくするために、仮改質炭素量 C' の再計算を行う (S057)。そして、 S/C' が 1 よりも大きい適切な値になるときの仮改質炭素量 C' の値を、改質反応流路 21 に供給する改質炭素量 C として確定し、この改質炭素量 C に対応するよう燃料ポンプ 51 の吐出増加量の減少補正が行われる (S058)。

このように、 S/C' が 1 以下とならないように、仮改質炭素量 C' の再計算を行うことにより、改質反応流路 21 に供給する炭素量が過剰で、改質反応流路 21 内に未反応の炭素が残り、改質反応流路 21 内に配置した改質触媒等の劣化を招くことを防止することができる。

【0087】

次いで、上記燃料ポンプ 51 の吐出増加量の減少補正を行った後 (S058 の後) には、改質反応流路 21 に供給される改質炭素量 C の割合に対する改質酸素量 O の割合が過剰になり、 O/C の値が目標値よりも大きくなると考えられ、改質反応流路 21 が必要以上に加熱されてしまうおそれがある。そのため、改質反応流路 21 における温度を適切な温度に保つために、上記加熱流路 22 における燃焼反応を減少させるための加熱減少量を算出する (S059)。そして、この加熱流路 22 の加熱減少量に応じて、加熱流路 22 における加熱燃焼量を減少させる (S060)。この加熱流路 22 における加熱燃焼量の減少操作は、例えば、アノードオフガスライン 45 を流れるアノードガス G_a の一部を排気することによって行うことができる。

【0088】

そして、上記のようにして算出した燃料ポンプ 51 の吐出増加量又は吐出減少量に応じて、燃料ポンプ 51 の吐出量を変更する (S061)。

こうして、燃料ポンプ増減補正ルーチンを実行することにより、上記燃料電池 3 における発電量 W を考慮して求めた改質酸素量 O に対して、 O/C が目標値の範囲内に可能な限り保たれるよう燃料ポンプ 51 の吐出量を調節することができる。そして、燃料電池 3 における発電が適切に行われる。

【0089】

(メイン制御フロー)

図 2 に示すごとく、上記燃料電池システム 1 において、 O/C 及び S/C を目標値の範囲内に保って制御を開始した後には、上記発電量検出手段 63 により燃料電池 3 における発電量 W を検出する (S06)。そして、燃料電池 3 における発電量 W が、これに要求される要求発電量 W_r を満たしているかを監視する。すなわち、制御装置 7 は、発電量 W が要求発電量 W_r よりも低下していないか (S07) 及び要求発電量 W_r が変更されていないか (S09) を逐次監視する。

そして、発電量 W が要求発電量 W_r よりも低下した場合 (S07 の判定が Yes の場合) には、発電量回復ルーチンを実行する (S08)。

【0090】

(発電量回復ルーチン)

発電量 W が要求発電量 W_r よりも低下した場合は、燃料電池システム 1 に何らかの異常が発生した場合であると考えられる。そして、この場合には、発電量 W の低下により、燃料電池 3 における発電に消費されるカソードガス G_c 中の消費酸素量が減少し、その分、カソードオフガス O_c 中に残存する残存酸素量が増加し、改質反応流路 21 に供給する改質酸素量 O が増加することになる。

そのため、以下の発電量回復ルーチンを実行することにより、改質酸素量 O の増加量に応じて、燃料ポンプ 51 の吐出量を増加させ、改質炭素量 C を増加させることにより、上記 O/C を上記目標値の範囲内に保ち、上記要求発電量 W_r を満たすよう発電量 W を回復

させる。

【0091】

すなわち、図5に示すごとく、発電量回復ステップとしての発電量回復ルーチン(S08)においては、上述したO/C・S/C算出ルーチンを実行し(S081)、O/C及びS/Cを再び算出すると共に、上述した燃料ポンプ増減補正ルーチンを実行し(S082)、燃料ポンプ51の吐出量を適宜変更する。具体的には、上記O/Cの値を上記目標値の範囲内に保つために、改質酸素量Oの増加量に応じて改質炭素量Cが増加されることになり、燃料ポンプ51の吐出量が増加される。

【0092】

その後、発電量検出手段63により燃料電池3における発電量Wを再び検出する(S083)。そして、発電量Wが回復したか、すなわち発電量Wが要求発電量W_rを満たしているか否かを判定する(S084)。発電量Wが回復した場合(S084の判定がYesの場合)には、発電量回復ルーチンを終了する。

【0093】

一方で、O/C・S/C算出ルーチン及び燃料ポンプ増減補正ルーチンを実行しても、発電量Wが回復しない場合(S084の判定がNoの場合)には、燃料ポンプ51の吐出量を増加させることだけによっては、もはや発電量Wを回復することができないと考え、カソードポンプ52の吐出量を増加させる(S085)。そして、このカソードポンプ52の吐出量を増加させることにより、カソードオフガスO_c中の残存酸素量が増加し、改質酸素量Oが増加する。そのため、再びO/C・S/C算出ルーチン及び燃料ポンプ増減補正ルーチンを実行したときには、改質炭素量Cが増加されて、発電量Wが回復すると考えられる。

また、カソードポンプ52の吐出量の増加は、少しずつ段階的に行い、発電量Wが回復するまで(S084の判定がYesになるまで)、S081～S085を繰り返し、発電量Wが回復したときには、発電量回復ルーチンを終了する。

【0094】

このように、上記燃料電池システム1に何らかの異常が発生した場合においても、O/C及びS/Cが目標値の範囲内に可能な限り保たれた状態で、要求発電量W_rを満たすよう燃料電池3の発電量Wを回復させることができる。

なお、燃料電池システム1における異常状態が正常状態に回復し、発電量Wが増加した場合には、燃料ポンプ51の吐出量を元の状態(増減補正前の状態)に戻すことができる。

【0095】

次に、図2におけるメイン制御フローにおいて、燃料電池3の発電に要求される要求発電量W_rが変更された場合(S09の判定がYesの場合)には、発電量変更ルーチンを実行する(S10)。

(発電量変更ルーチン)

上記燃料電池3の発電に要求される要求発電量W_rが変更された場合には、燃料電池3における発電量Wをその変更後の要求発電量W_rに追従させる必要がある。そのため、発電量変更ルーチンにおいては、燃料ポンプ51の吐出量及びカソードポンプ52の吐出量を適切に変更することにより、発電量Wを変更後の要求発電量W_rに追従させる。

すなわち、図6に示すごとく、発電量追従ステップとしての発電量変更ルーチン(S10)においては、制御装置7は、まず、変更された要求発電量W_rを再び取り込み(S101)、上記吐出量・発電量関係マップを用いて、発電量Wが要求発電量W_rを満たすよう燃料ポンプ51の目標吐出量及びカソードポンプ52の目標吐出量を再決定する(S102)。

【0096】

具体的には、要求発電量W_rの増加変更がなされた場合には、制御装置7は、燃料ポンプ51の吐出量及びカソードポンプ52の吐出量を増加させるよう再決定し、一方で、要求発電量W_rの減少変更がなされた場合には、燃料ポンプ51の吐出量及びカソードポン

プ52の吐出量を減少させるよう再決定する。

そして、制御装置7は、燃料ポンプ51の吐出量及びカソードポンプ52の吐出量を変更する(S103)。こうして、燃料電池3における発電量Wを要求発電量 W_r に追従変更させることができる。

【0097】

次いで、O/C補正ステップとして、上述したO/C・S/C算出ルーチンを実行し(S104)、O/C及びS/Cを再び算出すると共に、上述した燃料ポンプ増減補正ルーチンを実行し(S105)、燃料ポンプ51の吐出量を適宜変更する。

具体的には、O/Cが目標値の範囲内を外れて大きくなったときには、燃料ポンプ51の吐出量が増加され、改質炭素量Cが増加補正される。一方で、O/Cが目標値の範囲内を外れて小さくなったときには、燃料ポンプ51の吐出量が減少され、改質炭素量Cが減少補正される。こうして、発電量Wを要求発電量 W_r に応じて追従変更した際に、O/Cの値が目標値の範囲内から外れてしまった場合でも、当該O/Cを再び目標値の範囲内に復帰させることができる。

【0098】

その後、発電量検出手段63により燃料電池3における発電量Wを再び検出する(S106)。そして、発電量Wが要求発電量 W_r の要求範囲内にあるか否かを判定する(S107)。発電量Wが要求発電量 W_r の要求範囲内にある場合(S107の判定がYesの場合)には、発電量変更ルーチンを終了する。なお、要求発電量 W_r の要求範囲は、要求発電量 W_r とほぼ同じの値から要求発電量 W_r よりも若干高い値の範囲とすることができ

る。一方で、発電量Wが要求発電量 W_r の要求範囲内を外れている場合(S107の判定がNoの場合)には、燃料ポンプ51の吐出量を増加させることによって、もはや発電量Wを回復することができないと考え、カソードポンプ52の吐出量を増減させる。

【0099】

すなわち、まず、発電量Wが要求発電量 W_r よりも小さいか否かを判定する(S108)。そして、発電量Wが要求発電量 W_r よりも小さい場合(S108の判定がYesの場合)には、カソードポンプ52の吐出量を増加させる(S109)。これにより、カソードオフガスOc中の残存酸素量が増加し、改質酸素量Oが増加するため、再びO/C・S/C算出ルーチン(S104)及び燃料ポンプ増減補正ルーチン(S105)を実行したときには、改質炭素量Cが増加されて、発電量Wが増加すると考えられる。

【0100】

一方で、発電量Wが要求発電量 W_r の要求範囲内以上である場合(S108の判定がNoの場合)には、カソードポンプ52の吐出量を減少させる(S110)。これにより、カソードオフガスOc中の残存酸素量が減少し、改質酸素量Oが減少するため、再びO/C・S/C算出ルーチン(S104)及び燃料ポンプ増減補正ルーチン(S105)を実行したときには、改質炭素量Cが減少されて、発電量Wが減少すると考えられる。

そして、カソードポンプ52の吐出量の増加又は減少は、少しずつ段階的に行い、発電量Wが要求発電量 W_r の要求範囲内になるまで(S107の判定がYesになるまで)、S104～S110を繰り返し、発電量Wが要求発電量 W_r の要求範囲内になったときには、発電量変更ルーチンを終了する。

【0101】

このように、上記要求発電量 W_r の増減変更がなされた場合においても、O/C及びS/Cが目標値の範囲内に可能な限り保たれた状態で、制御装置7は、要求発電量 W_r の変更に対応して、燃料電池3の発電量Wを追従変更させることができる。

また、図2において、制御装置7は、発電終了の信号を受けて、適宜燃料電池3における発電を終了することができる。

【0102】

なお、本例においては、上記加熱流路22における加熱量の変更は、上記S/C'が1以下となる場合にのみ行った。これに対し、加熱流路22における加熱量の変更は、上記

燃料ポンプ 51 の吐出量を変更し、上記改質炭素量 C を変更する際に、改質炭素量 C の変更量に対応して行うこともできる。

すなわち、燃料ポンプ 51 の吐出量を増加させるときには、改質反応流路 21 における温度を適切な温度に保つために、加熱流路 22 における加熱量を増加させることができる。一方で、燃料ポンプ 51 の吐出量を減少させるときには、改質反応流路 21 における温度を適切な温度に保つために、加熱流路 22 における加熱量を減少させることができる。

【0103】

また、図 7 に示すごとく、上記アノードオフガスライン 45 において、上記燃料電池 3 のアノード流路 32 の出口部には、アノード流路 32 内の圧力を上昇させるためのアノード調圧弁 511 を配設することができる。そして、燃料電池 3 における発電量 W が低下した場合には、上記アノード調圧弁 511 の開度を絞ることができる。これにより、アノード流路 32 内の圧力が上昇し、燃料電池 3 の発電効率が上昇するため、発電量 W の回復を一層迅速に行うことができる。そして、発電量 W が回復した後は、アノード調圧弁 511 の開度を再び初期の状態に戻すことができる。

また、図 7 に示すごとく、上記冷媒ポンプ 53 を液体を用いて燃料電池 3 の冷却を行う液冷タイプのものにしたときには、上記加熱流路 22 の入口部には、空気等を加熱流路 22 に供給する加熱流路用ポンプ 54 を配設することができる。

【0104】

上述したように、本例においては、燃料電池 3 における発電量 W を検出し、この発電量 W に基づいて求めた改質酸素量 O を基準とし、これに対して改質反応流路 21 における O/C の値が目標値になるように改質炭素量 C の補正を行った。そのため、改質炭素量 C を適切に補正することができ、改質反応流路 21 における O/C を適切な値に保つことができる。また、この改質炭素量 C の補正の際には、S/C が 1 以下にならないように考慮しており、改質反応流路 21 における S/C も適切な値に保つことができる。

【0105】

また、本例においては、上記カソード流路 33 から排出されるカソードオフガス O_c は、そのほぼすべてを上記カソードオフガスライン 46 を経由させて上記改質反応流路 21 に供給している。そして、カソードオフガスライン 46 には、改質反応流路 21 に供給する改質酸素量 O 及び改質水分量 S を調節するための調節弁等を配設しなくても、O/C 及び S/C を適切な値に保つことが可能である。

それ故、本例の燃料電池システム 1 及びその制御方法によれば、燃料電池システム 1 を複雑にしてしまうことなく、燃料電池 3 における実際の発電状態を考慮して算出された改質酸素量 O を用いて、改質反応流路 21 における O/C 及び S/C を適切な値に保つことができる。

【図面の簡単な説明】

【0106】

【図 1】実施例における、燃料電池システムの構成を示す説明図。

【図 2】実施例における、燃料電池システムの制御方法にかかる初期制御フロー及びメイン制御フローを示すフローチャート。

【図 3】実施例における、燃料電池システムの制御方法にかかる O/C・S/C 算出ルーチンを示すフローチャート。

【図 4】実施例における、燃料電池システムの制御方法にかかる燃料増減補正ルーチンを示すフローチャート。

【図 5】実施例における、燃料電池システムの制御方法にかかる発電量回復ルーチンを示すフローチャート。

【図 6】実施例における、燃料電池システムの制御方法にかかる発電量変更ルーチンを示すフローチャート。

【図 7】実施例における、他の燃料電池システムの構成を示す説明図。

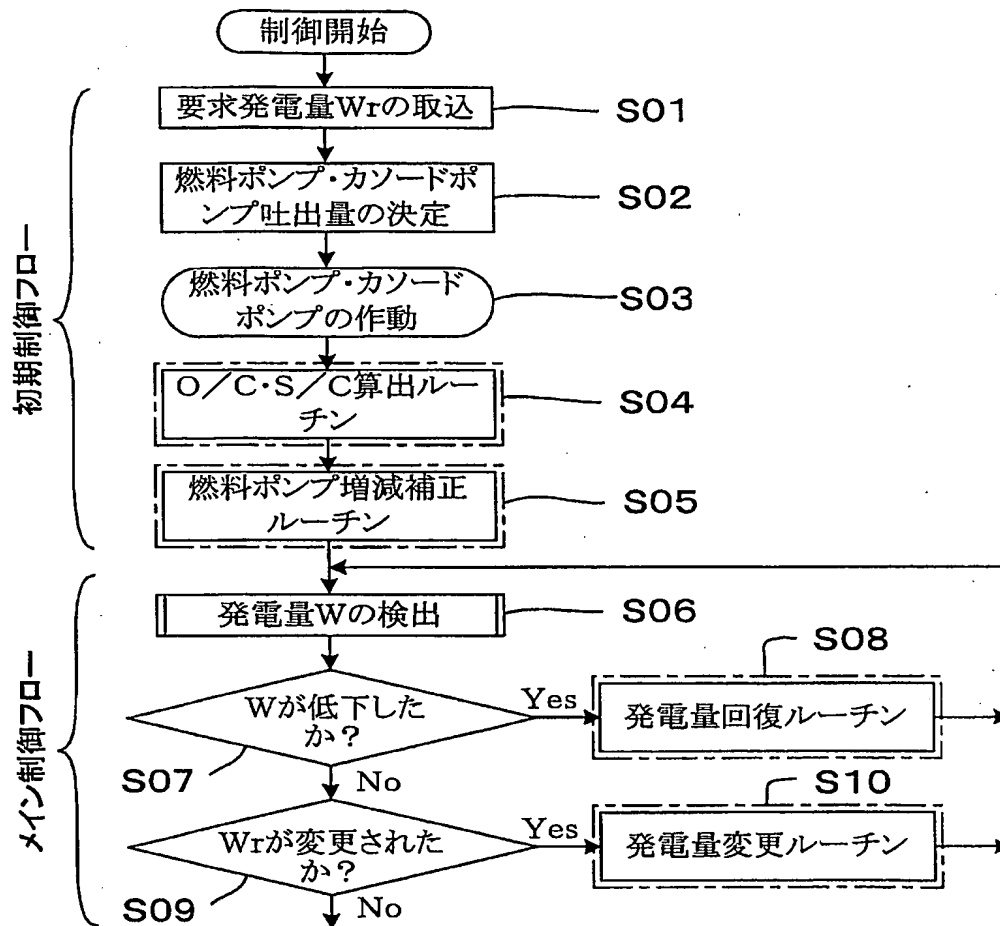
【符号の説明】

【0107】

- 1 燃料電池システム
- 2 改質器
 - 2 1 改質反応流路
 - 2 2 加熱流路
- 3 燃料電池
 - 3 1 電解質体
 - 3 2 アノード流路
 - 3 3 カソード流路
 - 4 6 カソードオフガスライン
- 5 1 燃料ポンプ
- 5 2 カソードポンプ
- 6 1 燃料供給量検出手段
- 6 2 カソードガス供給量検出手段
- 6 3 発電量検出手段
- 7 制御装置
- 8 負荷
- F 改質用燃料
 - G a アノードガス
 - O a アノードオフガス
 - G c カソードガス
 - O c カソードオフガス
- W 発電量
 - W r 要求発電量
 - Q f 燃料供給量
 - Q c カソードガス供給量

【図 2】

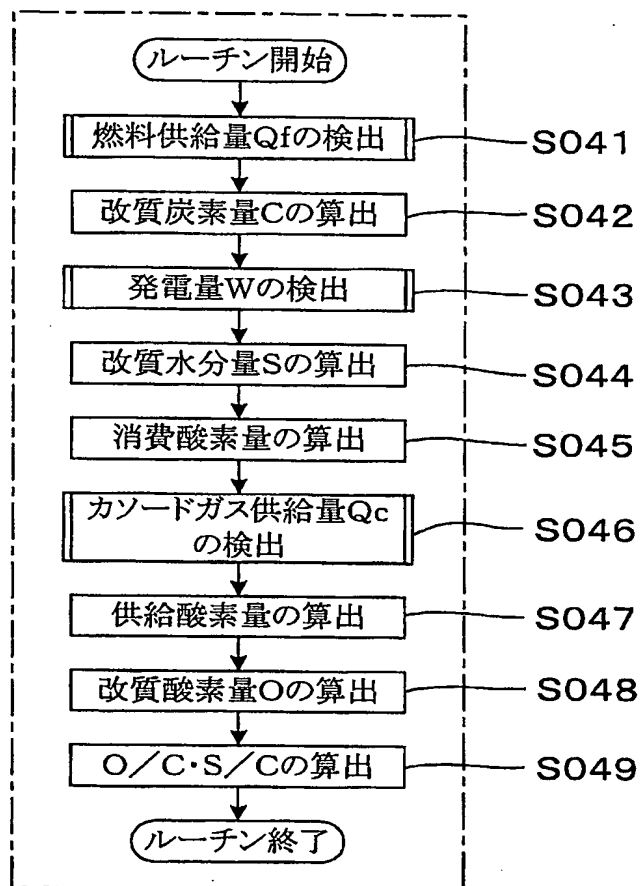
(図 2)



【図 3】

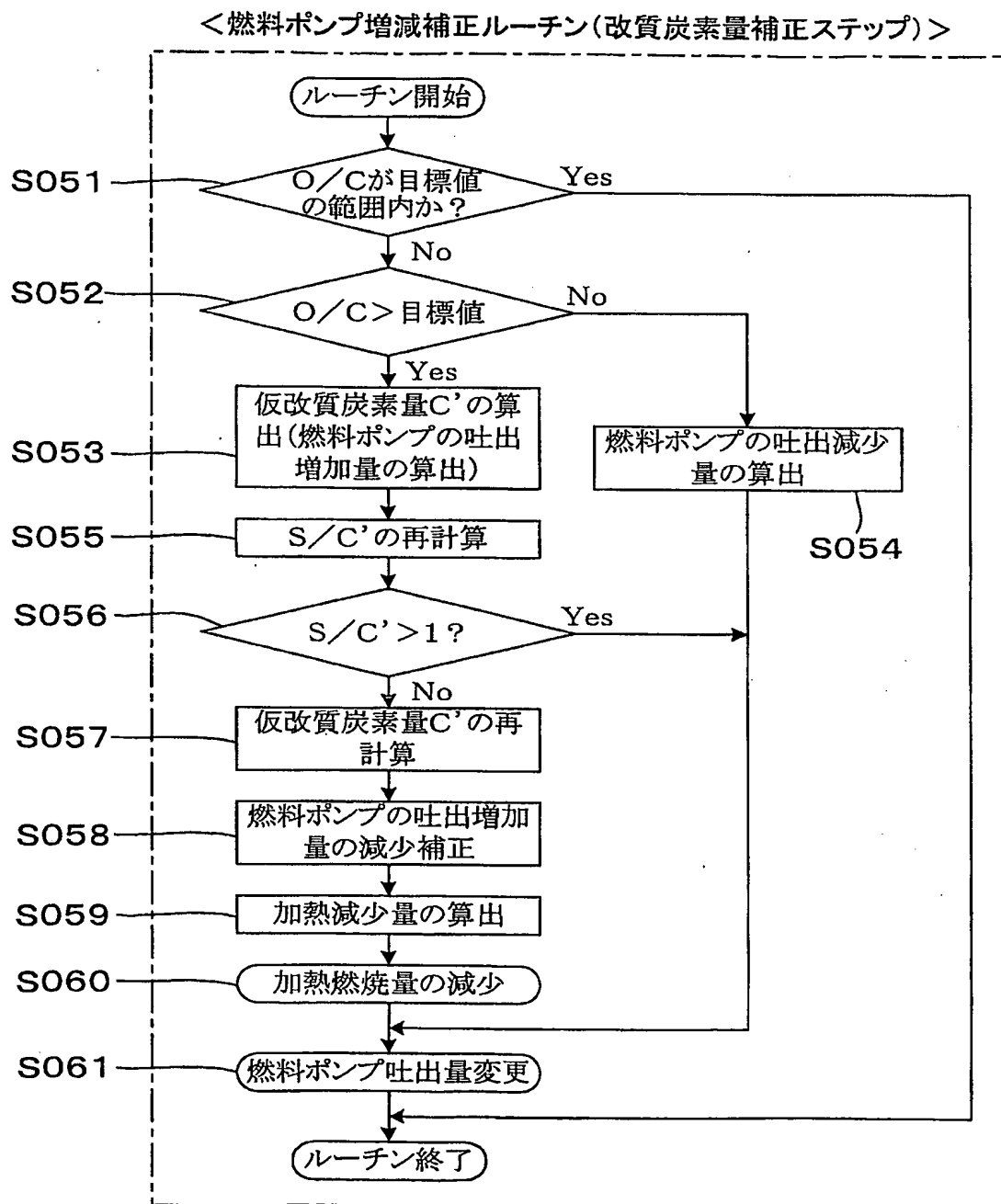
(図 3)

<O/C・S/C算出ルーチン(改質炭素量・改質酸素量・改質水分量算出ステップ)>



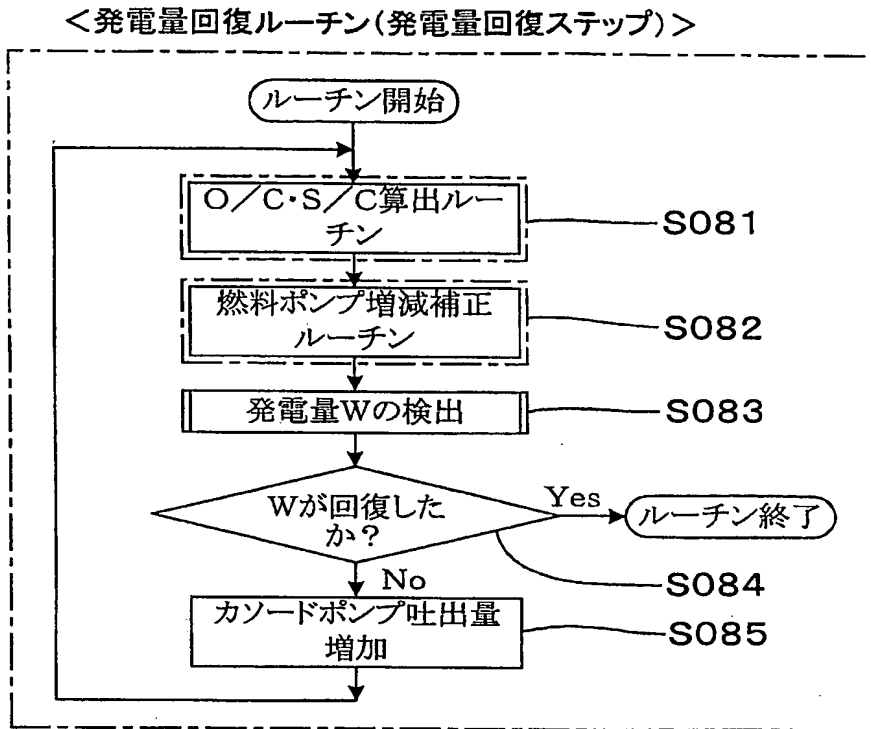
【図 4】

(図 4)



【図 5】

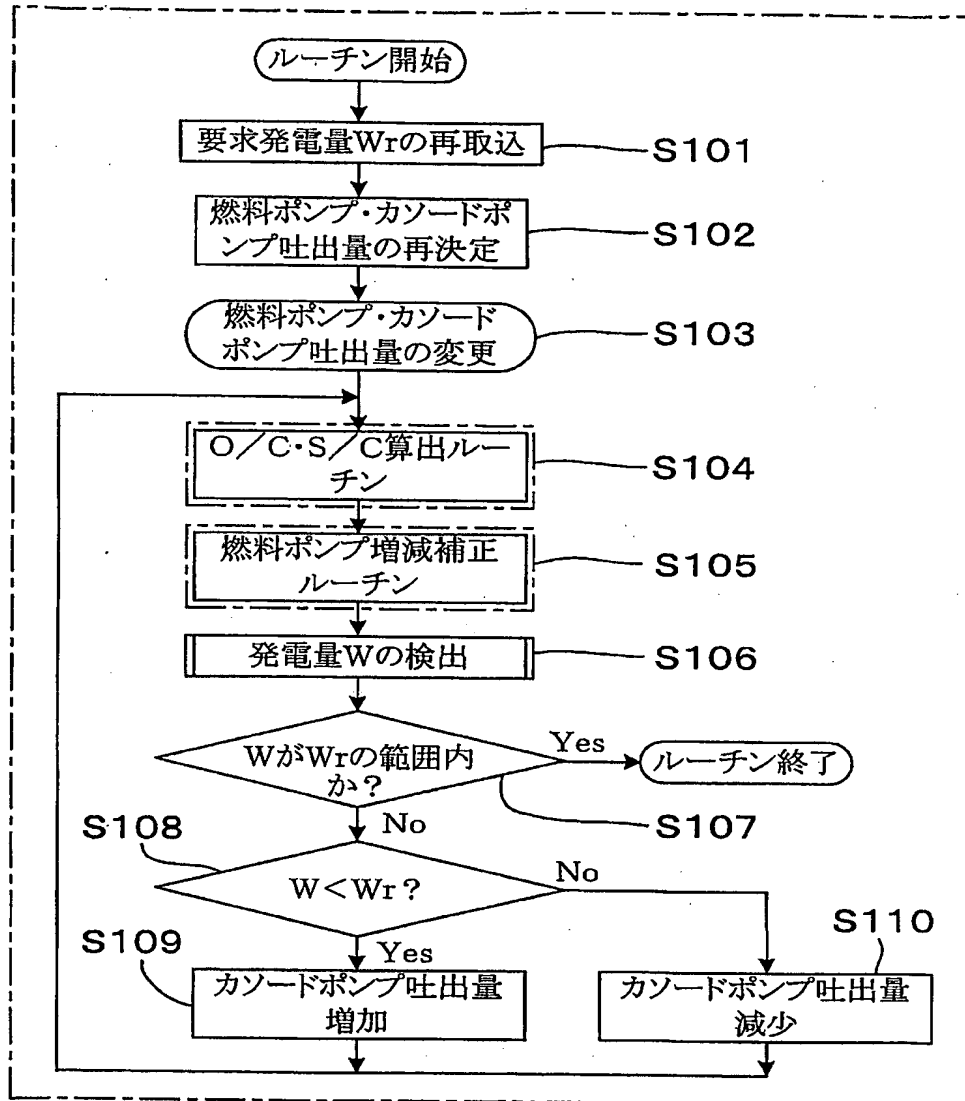
(図 5)



【図 6】

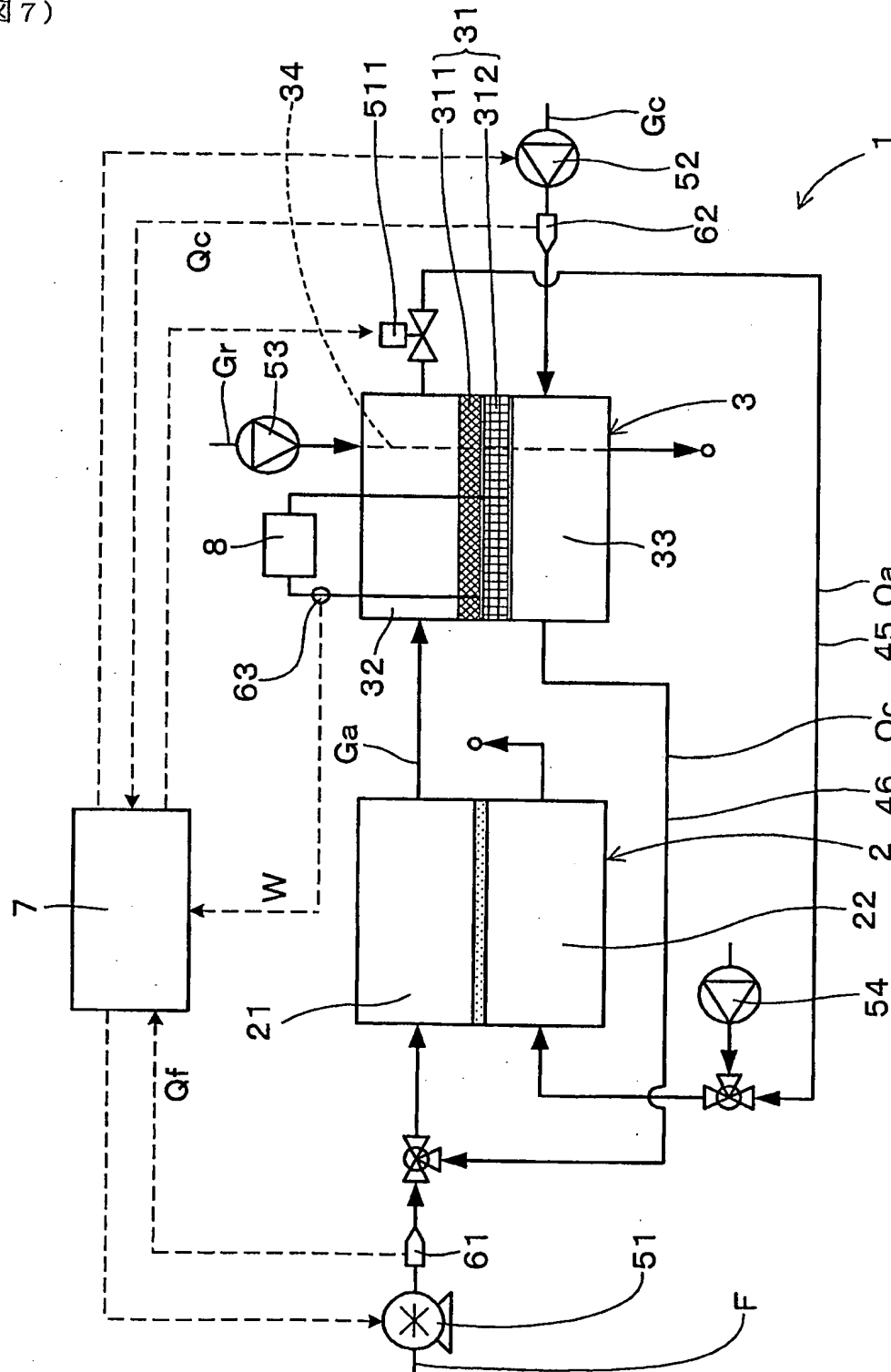
(図 6)

<発電量変更ルーチン(発電量追従ステップ、O/C補正ステップ)>



【図 7】

(図 7)



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 燃料電池システムを複雑にしてしまうことなく、燃料電池における実際の発電状態を考慮して算出された改質酸素量 O を用いて、改質反応流路における O/C を適切な値に保つことができる燃料電池システム及びその制御方法を提供すること。

【解決手段】 制御装置 7 は、燃料供給量 Q_f から改質反応流路 21 に供給される改質炭素量 C を求め、発電量 W から改質反応流路 21 に供給される改質水分量 S を求める。また、発電量 W から燃料電池 3 の発電に消費された消費酸素量を求め、カソードガス供給量 Q_c からカソード流路 33 に供給される供給酸素量を求め、供給酸素量と消費酸素量との差分に基づき改質反応流路 21 に供給される改質酸素量 O を求める。そして、改質酸素量 O に対応して改質炭素量 C (燃料ポンプ 51 の吐出量) を補正することにより、 O/C 及び S/C を目標値の範囲内に保つ。

【選択図】 図 1

特願 2004-043421

出願人履歴情報

識別番号

[000003609]

1. 変更年月日

1990年 9月 6日

[変更理由]

新規登録

住 所

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番地の1

氏 名

株式会社豊田中央研究所

特願 2 0 0 4 - 0 4 3 4 2 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 3 2 0 7]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 7 日

[変更理由]

新規登録

住 所

愛知県豊田市トヨタ町 1 番地

氏 名

トヨタ自動車株式会社

From the INTERNATIONAL BUREAU

PCTNOTIFICATION CONCERNING
SUBMISSION OR TRANSMITTAL
OF PRIORITY DOCUMENT

(PCT Administrative Instructions, Section 411)

To:

TAKAHASHI, Yoshiyasu
Meieki Nagata Building
26-19, Meieki 3-chome, Nakamura-ku
Nagoya-shi, Aichi 4500002
JAPON

Date of mailing (day/month/year) 30 May 2005 (30.05.2005)	
Applicant's or agent's file reference FT-227PCT	IMPORTANT NOTIFICATION
International application No. PCT/JP05/002683	International filing date (day/month/year) 15 February 2005 (15.02.2005)
International publication date (day/month/year)	Priority date (day/month/year) 19 February 2004 (19.02.2004)
Applicant TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA et al	

- By means of this Form, which replaces any previously issued notification concerning submission or transmittal of priority documents, the applicant is hereby notified of the date of receipt by the International Bureau of the priority document(s) relating to all earlier application(s) whose priority is claimed. Unless otherwise indicated by the letters "NR", in the right-hand column or by an asterisk appearing next to a date of receipt, the priority document concerned was submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b).
- (If applicable)* The letters "NR" appearing in the right-hand column denote a priority document which, on the date of mailing of this Form, had not yet been received by the International Bureau under Rule 17.1(a) or (b). Where, under Rule 17.1(a), the priority document must be submitted by the applicant to the receiving Office or the International Bureau, but the applicant fails to submit the priority document within the applicable time limit under that Rule, the attention of the applicant is directed to Rule 17.1(c) which provides that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity, upon entry into the national phase, to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.
- (If applicable)* An asterisk (*) appearing next to a date of receipt, in the right-hand column, denotes a priority document submitted or transmitted to the International Bureau but not in compliance with Rule 17.1(a) or (b) (the priority document was received after the time limit prescribed in Rule 17.1(a) or the request to prepare and transmit the priority document was submitted to the receiving Office after the applicable time limit under Rule 17.1(b)). Even though the priority document was not furnished in compliance with Rule 17.1(a) or (b), the International Bureau will nevertheless transmit a copy of the document to the designated Offices, for their consideration. In case such a copy is not accepted by the designated Office as the priority document, Rule 17.1(c) provides that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity, upon entry into the national phase, to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.

<u>Priority date</u>	<u>Priority application No.</u>	<u>Country or regional Office or PCT receiving Office</u>	<u>Date of receipt of priority document</u>
19 February 2004 (19.02.2004)	2004-043421	JP	31 March 2005 (31.03.2005)

The International Bureau of WIPO
34, chemin des Colombettes
1211 Geneva 20, Switzerland

Authorized officer

Nevers Althea

Facsimile No. +41 22 740 14 35

Facsimile No. +41 22 338 70 10
Telephone No. +41 22 338 8392